

蒙古高原岩黄芪属植物的分支分类学研究\*

萨 仁<sup>1</sup> 赵 一之<sup>2</sup>

(1. 中国科学院植物研究所, 北京 100093) (2. 内蒙古大学, 呼和浩特 010021)

**摘 要** 以蒙古高原岩黄芪属植物为对象, 应用徐克学的最大同步法, 探讨了蒙古高原岩黄芪属(豆科)植物的系统演化, 并根据分支分类结果对蒙古高原岩黄芪属进行了系统学处理。作者首次将蒙古高原岩黄芪属分为岩黄芪亚属、半灌木岩黄芪亚属(新拟)和无刺岩黄芪组、丛枝岩黄芪组、无茎岩黄芪组、半灌木岩黄芪组等 4 个组。本文对蒙古高原岩黄芪组的划分符合苏联植物志(1945)中的观点。  
**关键词** 岩黄芪属; 分支分类; 蒙古高原

A CLADISTIC TAXONOMY STUDY ON THE  
GENUS *HEDYSARUM* IN MONGOLIAN PLATEAU

SA Ren<sup>1</sup> ZHAO Yi-zhi<sup>2</sup>

(1. Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093)  
(2. Inner Mongolia University, Hohhot 010021)

**Abstract** The systematic evolution of *Hedysarum* (Leguminosae) distributed in Mongolian Plateau had been studied by Maximum Same Step Method of Xu Ke-xue. According to the results of cladistic study, the two new subgenera Subgenus *Hedysara* Y. Z. Zhao et al. and Subgenus *Fruticosa* Y. Z. Zhao et al. were erected in *Hedysarum* of Mongolian Plateau. Furthermore, the genus was subdivided into four sections, such as Sect. *Fruticosa* B. Fedtsch., Sect. *Obscura* B. Fedtsch., Sect. *Multi-caulia* Boiss, Sect. *Subacaulia* Boiss, which was consistent with the treatment in “Flora of USSR” (1945).  
**Key words** *Hedysarum*; Cladistic taxonomy; Mongolian Plateau

蒙古高原处于亚洲大陆干旱、半干旱的内陆地区, 跨越蒙古、内蒙古、甘肃和东西伯利亚南部, 四周环绕着高山, 南以祁连山、贺兰山和阴山山脉为界, 北至唐努山和肯特山一带, 西至阿尔泰山, 东以大兴安岭山脉为界, 广义的蒙古高原还包括鄂尔多斯高原。

岩黄芪属 *Hedysarum* 是 Linneaus1753 年建立的。该属的研究历史较悠久, 早在 18 世纪就有了有关该属植物的文献描述, 到了 20 世纪各国学者对本属植物进行了更深入、更系统的研究<sup>[1~13, 17, 20, 21, 23~30]</sup>。全世界岩黄芪属植物约有 140 多种, 广布于北半球温带<sup>[7]</sup>。分布于蒙古高原的岩黄芪属植物有 19 种、3 变种<sup>[20]</sup>。

虽然蒙古高原岩黄芪属植物仅有 19 种, 但却包含了全世界 6 个组的 4 个组, 而且基本上包含了岩黄芪属植物演化的主要阶段, 具有一定的代表性(见表 1)。近年来, 分支分类学的理论与方法已较广泛地应用到了植物分类与系统学领域。本文采用了徐克学的最大同步法<sup>[14]</sup>对蒙古高原岩黄芪属进行了分支分类研究, 试图以分支分类的方法和原理对蒙

\* 萨仁(1972-) 女, 博士。研究方向: 植物系统学。  
收稿日期 2000-4-16

古高原岩黄芪属的系统演化进行剖析。

| Table 1                                   |                                                                                        | Systematic analysis of <i>Hedysarum</i> in Mongolian Plateau |                 |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------|
| Sections                                  |                                                                                        | Species                                                      | Species numbers |
| Sect.<br><i>Obscura</i><br>B. Fedtsch.    | 1. <i>H. vicioides</i> Turcz.                                                          | 6                                                            |                 |
|                                           | 1a. <i>H. vicioides</i> Turcz. var. <i>alashanicum</i> (B. Fedtsch.) Y. Z. Zhao et al. |                                                              |                 |
|                                           | 2. <i>H. alpinum</i> L.                                                                |                                                              |                 |
|                                           | 3. <i>H. arcticum</i> B. Fedtsch.                                                      |                                                              |                 |
|                                           | 4. <i>H. inundatum</i> Turcz.                                                          |                                                              |                 |
|                                           | 5. <i>H. austrosibiricum</i> B. Fedtsch.                                               |                                                              |                 |
| Sect.<br><i>Multicaulia</i><br>Boiss      | 6. <i>H. neglectum</i> Ledeb.                                                          | 4                                                            |                 |
|                                           | 7. <i>H. dahuricum</i> Turcz.                                                          |                                                              |                 |
|                                           | 8. <i>H. brachypterum</i> Bunge                                                        |                                                              |                 |
|                                           | 9. <i>H. gmelinii</i> Ledeb.                                                           |                                                              |                 |
| Sect.<br><i>Subacaulia</i><br>B. Fedtsch. | 10. <i>H. sangilense</i> Krasnob. et Timoch.                                           | 6                                                            |                 |
|                                           | 11. <i>H. chalchorum</i> Ulzj.                                                         |                                                              |                 |
|                                           | 12. <i>H. iliense</i> B. Fedtsch.                                                      |                                                              |                 |
|                                           | 13. <i>H. petrovii</i> Yakovl.                                                         |                                                              |                 |
|                                           | 14. <i>H. krylovii</i> B. Fedtsch.                                                     |                                                              |                 |
|                                           | 15. <i>H. setigerum</i> Turcz.                                                         |                                                              |                 |
| Sect.<br><i>Fruticosa</i><br>B. Fedtsch.  | 16. <i>H. ferganense</i> Korsh.                                                        | 3                                                            |                 |
|                                           | 17. <i>H. multijugum</i> Maxim.                                                        |                                                              |                 |
|                                           | 18. <i>H. scoparium</i> Fisch. et Mey.                                                 |                                                              |                 |
|                                           | 19. <i>H. fruticosum</i> Pall.                                                         |                                                              |                 |
|                                           | 19a. <i>H. fruticosum</i> Pall. var. <i>lignosum</i> (Trautv.) Kitag.                  |                                                              |                 |
|                                           | 19b. <i>H. fruticosum</i> Pall. var. <i>gobicum</i> Y. Z. Zhao et al.                  |                                                              |                 |

1 外类群的选择

根据确定外类群的原则, 我们选定黄芪属作为岩黄芪属的外类群。岩黄芪属与黄芪属均属蝶形花亚科。岩黄芪属是岩黄芪族中最原始的类群, 该属与山羊豆族的黄芪属由于均为多年生草本或半灌木; 具单数羽状复叶; 花序总状、穗状或头状; 花冠紫红色或黄色; 龙骨瓣先端无喙等相同特征而显然较接近, 但又以荚果具荚节而较进化。

2 分支性状及分支支序图

通过多次性状和谐性分析, 选择了 19 个性状, 并给性状编码, 据性状的演化顺序依次取 0, 1, 2, ..., n 等整数, 得到如下的性状演化序列:

- (1)多年生草本 → 半灌木 0 → 1
- (2)有显著的地上茎 → 茎缩短或无茎 0 → 1
- (3)叶茎生 → 叶基生 0 → 1
- (4)上部叶轴通常具小叶 → 上部叶轴通常无小叶 0 → 1
- (5)总状花序腋生或顶生 → 总状花序基生 0 → 1
- (6)总状花序等于或短于叶 → 总状花序长于叶 0 → 1

- (7)花紫红色 → 花黄色 0 → 1
- (8)龙骨瓣背脊呈钝角状 → 龙骨瓣背脊呈弧形弯曲 0 → 1
- (9)龙骨瓣长于或近等长于旗瓣 → 龙骨瓣短于旗瓣 0 → 1
- (10)翼瓣等于或长于旗瓣的 2/3 → 翼瓣为旗瓣的 1/2 → 翼瓣为旗瓣的 1/3 0 → 1 → 2
- (11)萼齿为萼管长的 3~5 倍 → 萼齿为萼管长的 1~2 倍 → 萼齿近等长于萼管 → 萼齿短于萼管 0 → 1 → 2
- (12)萼管上方不深裂 → 萼管上方明显深裂 0 → 1
- (13)花萼明显短于花冠 → 花萼等于或长于花冠 0 → 1
- (14)子房无毛 → 子房被短柔毛 → 子房被长柔毛 0 → 1 → 2
- (15)荚节无毛 → 荚节被短柔毛 → 荚节被长柔毛 0 → 1 → 2
- (16)荚节无针刺的草本 {  
→ 荚节具针刺的草本  
→ 荚节无针刺的半灌木 → 荚节具针刺的半灌木 0 → 1 → 2
- (17)荚节无狭边 → 荚节具狭边 → 荚节具宽边 0 → 1 → 2

(18)成熟荚节扁平 → 成熟荚节明显鼓凸 0 → → 1

1 按照每个种的性状状态编码排列, 组成以整数

(19)老茎树皮非紫红色 → 老茎树皮紫红色 0 为元素的数据矩阵(见表 2)。

| 表 2             |  | 性状状态编码表                    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------|--|----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Table 2         |  | Coding of character states |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Species         |  | Character States           |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                 |  | 1                          | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| multijugum      |  | 1                          | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1  | 3  | 1  | 0  | 1  | 1  | 2  | 0  | 1  | 0  |
| sco paqrium     |  | 1                          | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1  | 3  | 0  | 0  | 2  | 2  | 1  | 0  | 1  | 1  |
| fruticosum      |  | 1                          | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1  | 3  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  |
| vicioides       |  | 0                          | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  |
| alpinum         |  | 0                          | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  |
| arcticum        |  | 0                          | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 0  | 0  |
| inundatum       |  | 0                          | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 0  | 0  |
| austrosibiricum |  | 0                          | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 0  | 0  |
| neglectum       |  | 0                          | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0  | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 2  | 0  | 0  |
| dahuricum       |  | 0                          | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| brachy pterum   |  | 0                          | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0  | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| gmelini i       |  | 0                          | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| sangilense      |  | 0                          | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0  | 2  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| chalchorum      |  | 0                          | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| iliense         |  | 0                          | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| petrovii        |  | 0                          | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| kry lovii       |  | 0                          | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| setigerum       |  | 0                          | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |
| ferg anense     |  | 0                          | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  |

按每个种的性状状态编码排列, 组成以数据为元素 和谐系数 CN=0. 1703 较小, 说明性状基本上

的数据矩阵(见表 2)。 和谐。然后, 将以性状状态编码的数据再输入计算

把数据输入计算机, 进行性状之间和谐性分析 机, 可得到用最大同步法绘制的分支支序图(见附

(见表 3)。 图)。

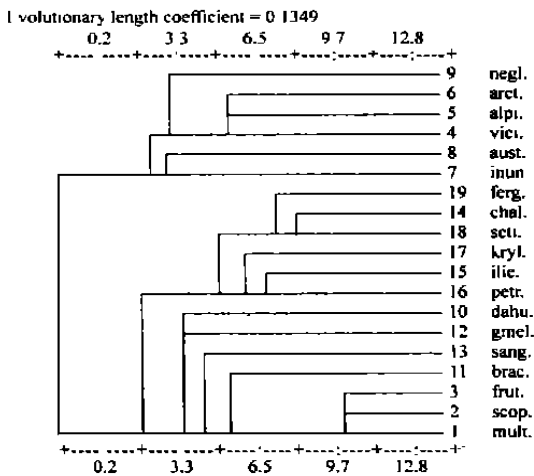
| 表 3     |                                         | 性状之间的和谐性分析                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|-----------------------------------------|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Table 3 |                                         | Compatibility analysis among species |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ch      |                                         | IC                                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                         | h. —KN(i) *                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1       | 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0   | 1~1 *                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2       | 0 0 0 0 0 0 0 1 0 2 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 | 2~5 *                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3       | 0 0 0 0 0 0 0 1 0 2 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 | 3~5 *                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4       | 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | 4~0 *                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5       | 0 0 0 0 0 0 0 1 0 2 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 | 5~5 *                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6       | 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 3 0 0 0 0 0 2 0 0 | 6~5 *                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7       | 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 2 0 0 1 1 1 1 1 0 0 | 7~10 *                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8       | 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | 8~1 *                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9       | 1 2 2 0 2 0 1 1 0 1 6 0 0 0 0 2 0 1 0   | 9~19 *                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10      | 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | 10~1 *                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11      | 0 1 1 0 1 3 2 0 6 0 0 0 0 3 3 3 2 0 0   | 11~25 *                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12      | 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | 1~20 *                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13      | 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | 1~30 *                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 14      | 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 3 0 0 0 0 0 2 0 0 | 14~6 *                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15      | 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 3 0 0 0 0 0 2 0 0 | 15~6 *                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16      | 0 1 1 0 1 0 1 0 2 0 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | 16~9 *                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 17      | 0 0 0 0 0 0 2 1 0 0 0 2 0 0 2 2 0 0 0 0 | 17~9 *                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 18      | 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | 18~1 *                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19      | 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 | 19~0 *                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Total KN= 108, General CN= 0. 1703

3 系统发育分析和支序分类

从蒙古高原岩黄芪属植物分支分类支序图中可 知, 蒙古高原 19 种岩黄芪属植物可分为 4 组, 分别为: 无刺岩黄芪组、丛枝岩黄芪组、无茎岩黄芪组和半灌木岩黄芪组。上述分组与苏联植物志<sup>[23]</sup> 及中

国植物志<sup>[21]</sup> 中的吻合(见表 1)。



附图 蒙古高原岩黄芪属植物分支支序图  
Cladistic tree of *Hedysarum* in Mongolian Plateau

图中, 无茎岩黄芪组中的 *H. petrovii* Yakovl. 虽然分化较丛枝岩黄芪组早, 但是其它 5 个种的分化都较晚。 *Hedysarum setigerum* Turcz. 的演化步长长于 *H. gmelinii* Ledeb. 和 *H. dahuricum* Turcz. ex B. Fedtsch.; *H. krylovii* Sumn., *H. sangilense* Krasnob. ex Timoch., *H. ferganense* Korsh., *H. chalchorum* Ulzj., *H. iliense* B. Fedtsch. 的演化步长又都长于 *H. brachypterum* Bunge 的演化步长, 所以作者认为无茎岩黄芪组较丛枝岩黄芪组进化。蒙古高原岩黄芪属组级的演化顺序大体上为: Sect. *Obscura* 最原始, Sect. *Multi-caulia* 次之, 然后是 Sect. *Subacaulia*, Sect. *Fruticosa* 是最进化的类群。

半灌木岩黄芪组的演化步长远远超过其它三个组的演化步长, 而且以半灌木、龙骨瓣背脊弧形弯曲、萼齿较小、成熟荚节球形或明显鼓凸等特征而显著进化于其它三个组, 所以本文认为半灌木岩黄芪组应单独成立半灌木岩黄芪亚属, 其它三个组组成岩黄芪亚属。分支分类结果符合自然演化规律, 岩黄芪属植物的系统发育过程大体上为: 从具显著地上茎的荚节无刺的草本植物 → 无茎或近无茎的草本植物 → 具显著地上茎的荚节具刺的草本植物 → 半灌木。

该属半灌木类是适应沙地旱生环境的进化类群, 这符合形态进化的研究。在半灌木类中, 如 *H. scoparium* Fisch. et Mey. 的一年生枝条落枝, 且有小叶退化的现象, 是适应干旱环境的进化特征。还有些种, 如 *H. multijugum* Maxim. 的花萼上方二深裂; *H. krasnovii* B. Fedtsch. 的花萼二唇形, 都是

两侧对称, 较具辐射对称花的草本类进化。据 Raven(1975)<sup>[22]</sup> 的研究, 认为被子植物多数亚纲的染色体原始基数  $x = 7$  为原始类群。洪德元(1995)<sup>[19]</sup> 在“桔梗科的地理分布: 关于分布区中心问题”一文中, 也认为染色体基数  $x = 7$  为原始类群, 而从此演化出  $x = 6, 8, 9$  及其它基数。蒙古高原岩黄芪属中半灌木类的染色体基数  $x = 8$ , 而多年生草本类的染色体基数是  $x = 7$ , 因此, 从近代细胞学的研究也可证明半灌木类较多年生草本类进化。

4 分类学处理

(1) 岩黄芪亚属

Subgenus *Hedysara* Y.Z. Zhao et al.

Herba perennis. Carina dorso obtusa. Dens calycis saepe longior. Legumen maturum complanatum.

Lectotypus: *Hedysarum coronarium* L.

本亚属在蒙古高原有上述 3 个组 16 个种。

(2) 半灌木岩黄芪亚属 新亚属

Subgenus *Fruticosa* Y.Z. Zhao et al.

Suffrutex. Carina dorso arcuata. Dens calycis breviter. Legumen maturum globosum vel manifesto elevatum.

Typus: *Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey.

本亚属在蒙古高原有前述一个组 3 个种。

5 分亚属、分组、分种检索表

1. 多年生草本; 龙骨瓣背脊呈钝角状; 成熟荚节扁平(岩黄芪亚属 *Subgenus Hedysara*)。
2. 有明显的地上茎; 叶茎生; 总状花序腋生或顶生。
3. 荚节无针刺(无刺岩黄芪组 *Sect. Obscura* B. Fedtsch.); 子房和荚节无毛或被贴伏短柔毛。
4. 花淡黄色; 总状花序明显超出叶; 萼齿短于萼管。
5. 子房和荚节无毛 ..... 1. 拟蚕豆岩黄芪 *H. vicioides* Turcz.
5. 子房和荚节被贴伏短柔毛 .....
..... 1a. 毛果拟蚕豆岩黄芪 *H. vicioides* Turcz. var. *alaschanicum* (B. Fedtsch.) YZ. Zhao et al.
4. 花篮紫色、紫红色或粉紫色, 稀白色。
6. 萼齿短于萼管; 子房和荚节无毛; 总状花序明显超出叶。
7. 龙骨瓣长于旗瓣; 萼齿长为萼管的 1/3~1/4。
8. 荚节具狭边 ..... 2. 山岩黄芪 *H. alpinum* L.
8. 荚节具宽边 ..... 3. 极地岩黄芪 *H. arcticum* B. Fedtsch.
7. 龙骨瓣稍短于或等长于旗瓣; 萼齿长为萼管的 1/2 ..... 4. 沼地岩黄芪 *H. inundatum* Turcz.
6. 萼齿与萼管近等长。
9. 子房和荚节无毛; 总状花序与叶近等长 ..... 5. 西伯利亚岩黄芪 *H. austrosibiricum* B. Fedtsch.
9. 子房和荚节密被柔毛; 总状花序明显超出叶 ..... 6. 忽略岩黄芪 *H. neglectum* Ledeb.
3. 荚节具针刺(丛枝岩黄芪组 *Sect. Multicaulia* Boiss; 子房和荚节被短柔毛; 总状花序明显超出叶。
10. 花黄色; 萼齿比萼管长 1.5~2 倍; 翼瓣为旗瓣的 2/3~3/4 .....
..... 7. 达乌里岩黄芪 *H. dahuricum* Turcz. ex B. Fedtsch.
10. 花红紫色。
11. 翼瓣为旗瓣的 1/2; 萼齿与萼管近等长 ..... 8. 短翼岩黄芪 *H. brachypterum* Bunge
11. 翼瓣为旗瓣的 2/3。
12. 萼齿比萼管长 1.5~2 倍 ..... 9. 华北岩黄芪 *H. gmelinii* Ledeb.
12. 萼齿与萼管近等长 ..... 10. 善吉岩黄芪 *H. sangilenæ* Krasnob. et Timoch.
2. 茎缩短或不发育(无茎岩黄芪组 *Sect. Subacaulia* Boiss); 叶基生; 总状花序基生。
13. 花白色或淡黄色; 子房和荚节被毛, 荚节具针刺 ..... 11. 丘岩黄芪 *H. chalthorum* Ulzj
13. 花紫红色。
14. 花萼等于或长于花冠; 萼齿长为萼管的 4~5 倍; 荚节表面被短柔毛和小疣状突起 .....
..... 12. 伊犁岩黄芪 *H. iliense* B. Fedtsch.
14. 花萼明显短于花冠。
15. 翼瓣为旗瓣的 1/2 或少于 1/2
16. 萼齿长为萼管的 3~5 倍。
17. 荚节具针刺; 翼瓣为旗瓣的 1/3 ..... 13. 贺兰山岩黄芪 *H. petrovii* Yakovl.
17. 荚节具小疣状突起; 翼瓣为旗瓣的 1/2 ..... 14. 克氏岩黄芪 *H. krylovii* Sumn.
16. 萼齿长为萼管的 1.5~2 倍; 翼瓣为旗瓣的 1/2 ..... 15. 短茎岩黄芪 *H. setigerum* Turcz.
15. 翼瓣为旗瓣的 3/4; 萼齿长为萼管的 2~3 倍 ..... 16. 费尔干岩黄芪 *H. ferganense* Korsh.
1. 半灌木; 龙骨瓣背脊弧形弯曲; 成熟荚节球形或明显鼓凸(半灌木岩黄芪亚属 *Subgenus Fruticosa* Y.Z. Zhao et al.; 半灌木岩黄芪组 *Sect. Fruticosa* B. Fedtsch.)。
18. 萼管上方二深裂; 荚节密被针刺和短柔毛; 小叶椭圆形、倒卵形或近圆形 .....
..... 17. 红花岩黄芪 *H. multijugum* Maxim.
18. 萼管上方不二深裂; 荚节无针刺被毛或无毛, 有时具小疣状突起甚至针刺; 小叶条形、条状矩形或矩形。
19. 荚节密被开展的长柔毛; 翼瓣为旗瓣的 1/2; 上部叶轴常无小叶; 老茎树皮紫红色 .....
..... 18. 细枝岩黄芪 *H. scoparium* Fisch. et Mey.
19. 荚节密被贴伏短柔毛或无毛, 有疣状突起(有时叶刺状)或无; 翼瓣为旗瓣的 1/3; 上部叶轴具小叶; 老茎树皮黄褐色。
20. 植株高大, 高 60~120cm; 小叶大而长; 生长于沙丘或沙地。
21. 子房和荚节被毛, 荚节有时具疣状突起甚至针刺 ..... 19a. 山竹岩黄芪 *H. fruticosum* Pall. var. *fruticosum*
21. 子房和荚节无毛, 荚节光滑 ..... 19b. 羊柴 *H. fruticosum* Pall. var. *lignosum* (Trautv.) Kitag.

20. 植株矮小, 高 10~30cm; 小叶短小; 生于红土断层冲刷沟沿砾石质地 .....  
..... 19c. 戈壁岩黄芪 *H. fruticosum* Pall. var. *gobicum* Y.Z. Zhao et al.

参 考 文 献

1. 刘瑛. 中国主要植物图说—豆科. 北京: 科学出版社, 1958

2. 博沛云. 东北草本植物志. 北京: 科学出版社, 1976

3. 富象乾. 内蒙古植物志. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1977

4. 中国科学院西北植物研究所. 秦岭植物志. 北京: 科学出版社, 1981

5. 新疆八一农学院. 新编植物检索表. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1983

6. 吴征镒. 西藏植物志. 北京: 科学出版社, 1985

7. 徐朗然. 中国岩黄芪属植物的生态分化及地理分布. 西北植物学报, 1985, 5(4): 275~283

8. 贺士元. 河北植物志. 石家庄: 河北科学出版社, 1986

9. 马德滋. 刘惠兰. 宁夏植物志. 银川: 宁夏人民出版社, 1986

10. 刘媛心. 中国沙漠植物志. 北京: 科学出版社, 1987, 2: 236~239

11. 郭本兆. 青海经济植物志. 西宁: 青海人民出版社, 1987

12. 博沛云等. 辽宁植物志. 沈阳: 沈阳科学出版社, 1988

13. 富象乾. 内蒙古植物志(第二版). 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1989

14. 徐克学. 分支分类的一种计算方法—最大同步法. 植物分类学报, 1989, 27(3): 232~239

15. 吴征镒. 中国种子植物属的分布类型. 云南植物研究, 1991, 增刊 IV: 65

16. 刘尚武, 何廷农. 肋柱花属的系统学研究. 植物分类学报, 1992, 30(4): 289~319

17. 王文采. 横断山脉维管植物. 北京: 科学出版社, 1993

18. 雍世鹏, 马毓泉. 蒙古植物区系研究动态. 内蒙古大学学报(自然科学版), 1995, 26(6): 730~748

19. 洪德元. 桔梗科的地理分布: 关于分布区中心问题. 植物分类学报. 1995, 33(6): 528

20. 萨仁, 赵一之, 曹瑞. 蒙古高原岩黄芪属(*Hedysarum*)植物的分类学研究. 内蒙古大学学报(自然科学版), 1996, 27(6): 675~681

21. 徐朗然. 中国植物志. 北京: 科学出版社, 1998

22. Raven P. H. The base of angiosperm phylogeny: Cytology. Ann. Missouri Bot. Gard. 1975, 62: 724~764

23. Polhill R. M. Hedysareae. In Polhill R. M. & Raven P. H. (eds.) Advances in Legume Systematics. Kew: Royal Botanical Garden. 1981, 367~370

24. Комаров В.Л. Флора СССР. Ленин Фад: Издательство Академии Наук СССР. 1948, 13: 259~319

25. Комаров В.Л., Новости Систиматики. Ленин Фад: Издательство《НАУК》Ленин Фадское отделение. 1975,

12: 234~236

26. Грубов В.И. Определи сосудисдых растений Мон олии. 《НАУК》Ленин Фадское отделение. 1982, 170

27. Губанов И. А., Камелин Р. В., Дарима Щ. Новые Дополненияк Флора Мон олии. Бюл. Москова Испытателей При Роды Отд. Биол. 1986, 91(6): 93

28. Улзийхута гН., Грубов И. А. Новые Данные Бобовых Мон олии. Бюл. Москова Испытателей При Роды Отд. Биол. 1987, 92(5): 118~119

29. Яковлев Г. П. Растения Центральной Азии. Ленин Фад:《НАУК》Ленин Фадское отделение. 1988, 8а: 51~65

30. Бязров Л. Г. Флора Хан ая. Ленин Фад: 《НАУК》Ленин Фадское отделение. 1989, 126~127